

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-321037

(43)Date of publication of application : 24.11.2000

(51)Int.Cl.

G01B 11/30

(21)Application number : 11-134564

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 14.05.1999

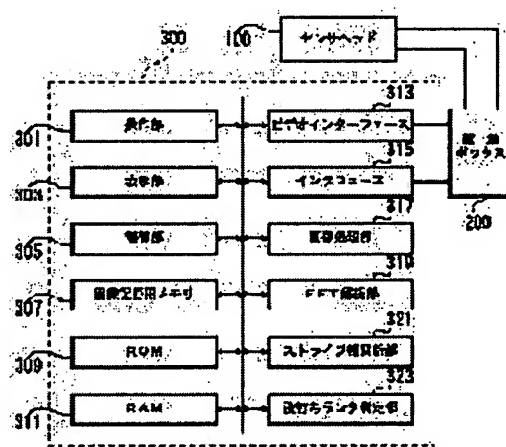
(72)Inventor : NAGATA SOJI
WATAI KEIKO

(54) METHOD AND DEVICE FOR QUANTITATIVELY EVALUATING SURFACE DEFECT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for quantitatively evaluating surface defect which can quantitatively evaluate the surface defect of a molded resin product and, in addition, can make the evaluated value to agree with that of an inspector.

SOLUTION: A stripe picture on the surface of a bumper is taken at a low angle with a sensor head 100 and fetched to a personal computer 300 and a binary picture is acquired by binarizing the fetched stripe picture (original picture). Then two characteristic amounts (the peak value of a power spectrum and the overall value of the results of FFT (fast Fourier Transform) are extracted by performing FFT on all lines of the binary picture in the lateral direction and, at the same time, another characteristic amount (the ratio of the standard deviation to the mean value) is extracted by finding the stripe widths on all lines from the picture obtained by filtrating the binary picture. Then the flapping rank (the evaluated value of the surface defect) of the surface of the bumper is discriminated based on the acquired three characteristic amounts.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-321037
(P2000-321037A)

(43) 公開日 平成12年11月24日 (2000. 11. 24)

(51) Int.Cl.⁷
G 0 1 B 11/30

識別記号

F I
C 0 1 B 11/30

テーマコード (参考)
A 2 F 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-134564
(22) 出願日 平成11年5月14日 (1999. 5. 14)

(71) 出願人 000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(72) 発明者 永田 壮司
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内
(72) 発明者 渡井 圭子
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内
(74) 代理人 100072349
弁理士 八田 幹雄 (外3名)

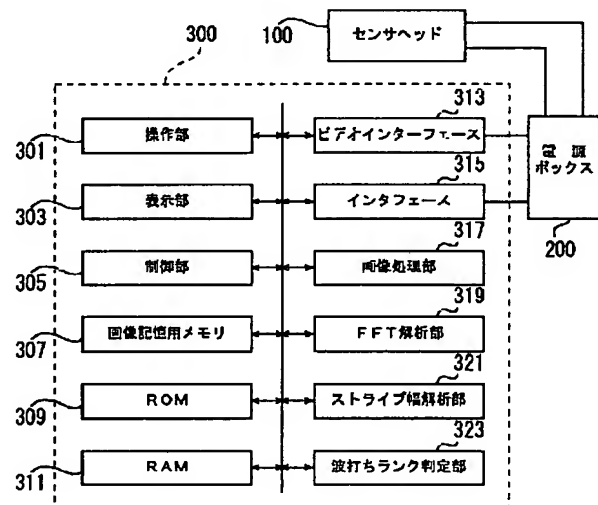
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面欠陥定量評価方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 樹脂成形品の表面欠陥を定量的に評価でき、かつ、その評価値を検査員の評価値と一致させ得る表面欠陥定量評価技術を提供する。

【解決手段】 センサヘッド100でバンパー面上のストライプ画像をローアングルで撮像してパソコン300に取り込む。取り込んだストライプ画像（原画像）を二値化処理して二値画像を取得する。そして、二値画像を全行分横方向にFFT処理して二つの特徴量（パワースペクトルのピーク値、ピーク値を1として基準化したときのFFT結果のオーバーオール値）を抽出するとともに、二値画像をフィルタ処理して得られる画像に対して全行分の各ストライプ幅を求めてもう一つの特徴量（標準偏差と平均値の比）を抽出する。そして、得られた三つの特徴量に基づいてバンパー面の波打ちランク（表面欠陥の評価値）を判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検査面と光軸とのなす角が所定の小さい角度となるように被検査面上に所定のストライプパターンを投影し、そのストライプパターンを正反射方向から撮像する工程と、

撮像されたストライプパターンの画像を解析して、所定の特徴量を抽出する工程と、

抽出された特徴量に基づいて、所定の評価式により、被検査面の表面欠陥の評価値を算出する工程と、

を有することを特徴とする表面欠陥定量評価方法。

【請求項2】 前記特徴量は、ストライプパターンの画像を二値化処理して得られる二値画像を全行分横方向に高速フーリエ変換して得られるパワースペクトルのピーク値である第1特徴量と、前記ピーク値を1として基準化したときの前記高速フーリエ変換の結果のオーバーオール値である第2特徴量と、前記二値画像の全行分の各ストライプ幅の平均値を1として基準化したときのバラツキの値である第3特徴量とからなることを特徴とする請求項1記載の表面欠陥定量評価方法。

【請求項3】 被検査面と光軸とのなす角が所定の小さい角度となるように被検査面上に所定のストライプパターンを投影し、そのストライプパターンを正反射方向から撮像する工程と、

撮像されたストライプパターンの画像を二値化処理してストライプパターンの二値画像を取得する工程と、

得られた二値画像を全行分横方向に高速フーリエ変換してそのパワースペクトルを求め、前記パワースペクトルのピーク値である第1特徴量及び前記ピーク値を1として基準化したときの前記高速フーリエ変換の結果のオーバーオール値である第2特徴量を求める工程と、

得られた二値画像をフィルタ処理して得られた画像に対して全行分の各ストライプ幅を求め、得られた各ストライプ幅の標準偏差と平均値を算出し、その平均値を1として基準化したときのバラツキの値である第3特徴量を求める工程と、

前記第1特徴量、前記第2特徴量及び前記第3特徴量に基づいて、所定の評価式により、被検査面の表面欠陥の評価値を算出する工程と、

を有することを特徴とする表面欠陥定量評価方法。

【請求項4】 前記被検査面は、樹脂成形品の表面であり、前記表面欠陥は、波打ち欠陥であることを特徴とする請求項1～3のいずれかーに記載の表面欠陥定量評価方法。

【請求項5】 被検査面と光軸とのなす角が所定の小さい角度となるように被検査面上に所定のストライプパターンを投影する照明手段と、

前記照明手段によって被検査面上に投影されたストライプパターンを正反射方向から撮像する撮像手段と、

前記撮像手段によって撮像されたストライプパターンの画像を二値化処理して、ストライプパターンの二値画像

を取得する二値化処理手段と、

前記二値化処理手段によって二値化処理された二値画像を全行分横方向に高速フーリエ変換してそのパワースペクトルを求め、前記パワースペクトルのピーク値である第1特徴量及び前記ピーク値を1として基準化したときの前記高速フーリエ変換の結果のオーバーオール値である第2特徴量を求めるFFT解析手段と、

前記二値化処理手段によって二値化処理された二値画像をフィルタ処理して得られた画像に対して全行分の各ストライプ幅を求め、得られた各ストライプ幅の標準偏差と平均値を算出し、その平均値を1として基準化したときのバラツキの値である第3特徴量を求めるストライプ幅解析手段と、

前記FFT解析手段によって得られた前記第1特徴量及び前記第2特徴量並びに前記ストライプ幅解析手段によって得られた前記第3特徴量に基づいて、所定の評価式により、被検査面の表面欠陥の評価値を算出する算出手段と、

を有することを特徴とする表面欠陥定量評価装置。

【請求項6】 前記被検査面は、樹脂成形品の表面であり、前記表面欠陥は、波打ち欠陥であることを特徴とする請求項5記載の表面欠陥定量評価装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車のバンパーなどの樹脂成形品の表面に出来る、いわゆる波打ち状態と呼ばれる欠陥を定量的に評価することができる表面欠陥定量評価方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車のバンパーなどの樹脂成形品は、製造時の条件によって、部品の表面にいわゆる波打ち状態と呼ばれる欠陥（以下、ここでは「波打ち欠陥」という）が生じることがある。このような波打ち欠陥は、製品の見映えを悪くするため、通常、塗装前の検査工程において、そのチェックを行うようにしている。

【0003】例えば、バンパー表面の波打ち欠陥の評価は、従来、一般に、バンパー面に蛍光灯の光を当て、人間（検査員）の目によるランク判定（例えば、5段階評価）、すなわち、人間による官能評価によって行っていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の検査方法にあっては、人間（検査員）による官能評価であるため、どうしても検査員による評価結果に大きなバラツキが生じやすい。特に、バンパーなどの樹脂成形品は、塗装前の段階（上記のように、通常、この段階で表面欠陥の検査が行われる）では、部品の表面に光沢がなく、反射光による部品表面の波打ち欠陥があまり目立たず、非常に見づらいため、波打ち欠陥の評価に際しては、高度の熟練を要するとともに、検査員によ

るバラツキが大きくなりがちである。

【0005】なお、特開平10-300446号公報には、ストライプパターンをローアングルでバンパー面に投影し、そのストライプパターンをCCDカメラで撮像することによって、バンパー面の波打ち欠陥をストライプ画像の歪みとして捉える技術が開示されている。例えば、波打ち欠陥がない場合には、図10(A)に示すようなストライプ画像が得られ、また、波打ち欠陥がある場合には、図10(B)に示すようなストライプ画像が得られる。しかし、この公報には、得られたストライプ画像から最も人間(検査員)の評価と相関が取れている評価を定量的に求めるためのロジック(波打ち欠陥定量評価ロジック)が記載されておらず、実用上の利便性には一定の限界がある。

【0006】本発明は、上記の課題に着目してなされたものであり、樹脂成形品の表面、特に表面光沢の低い被検査面の表面欠陥(特に波打ち欠陥)を定量的に評価することができ、しかもその評価結果を人間による評価と一致させることができる表面欠陥定量評価方法及び装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の上記目的は、下記的手段によって達成される。

【0008】(1)本発明に係る表面欠陥定量評価方法は、被検査面と光軸とのなす角が所定の小さい角度となるように被検査面上に所定のストライプパターンを投影し、そのストライプパターンを正反射方向から撮像する工程と、撮像されたストライプパターンの画像を解析して、所定の特徴量を抽出する工程と、抽出された特徴量に基づいて、所定の評価式により、被検査面の表面欠陥の評価値を算出する工程とを有することを特徴とする。

【0009】(2)前記特徴量は、ストライプパターンの画像を二値化処理して得られる二値画像を全行分横方向に高速フーリエ変換して得られるパワースペクトルのピーク値である第1特徴量と、前記ピーク値を1として基準化したときの前記高速フーリエ変換の結果のオーバーオール値である第2特徴量と、前記二値画像の全行分の各ストライプ幅の平均値を1として基準化したときのバラツキ(標準偏差)の値である第3特徴量とからなる。

【0010】(3)本発明に係る表面欠陥定量評価方法は、被検査面と光軸とのなす角が所定の小さい角度となるように被検査面上に所定のストライプパターンを投影し、そのストライプパターンを正反射方向から撮像する工程と、撮像されたストライプパターンの画像を二値化処理してストライプパターンの二値画像を取得する工程と、得られた二値画像を全行分横方向に高速フーリエ変換してそのパワースペクトルを求め、前記パワースペクトルのピーク値である第1特徴量及び前記ピーク値を1として基準化したときの前記高速フーリエ変換の結果の

オーバーオール値である第2特徴量を求める工程と、得られた二値画像をフィルタ処理して得られた画像に対して全行分の各ストライプ幅を求め、得られた各ストライプ幅の標準偏差と平均値を算出し、その平均値を1として基準化したときのバラツキ(標準偏差)の値である第3特徴量を求める工程と、前記第1特徴量、前記第2特徴量及び前記第3特徴量に基づいて、所定の評価式により、被検査面の表面欠陥の評価値を算出する工程とを有することを特徴とする。

【0011】(4)前記被検査面は、樹脂成形品の表面であり、前記表面欠陥は、波打ち欠陥である。

【0012】(5)本発明に係る表面欠陥定量評価装置は、被検査面と光軸とのなす角が所定の小さい角度となるように被検査面上に所定のストライプパターンを投影する照明手段と、前記照明手段によって被検査面上に投影されたストライプパターンを正反射方向から撮像する撮像手段と、前記撮像手段によって撮像されたストライプパターンの画像を二値化処理して、ストライプパターンの二値画像を取得する二値化処理手段と、前記二値化処理手段によって二値化処理された二値画像を全行分横方向に高速フーリエ変換してそのパワースペクトルを求め、前記パワースペクトルのピーク値である第1特徴量及び前記ピーク値を1として基準化したときの前記高速フーリエ変換の結果のオーバーオール値である第2特徴量を求めるFFT解析手段と、前記二値化処理手段によって二値化処理された二値画像をフィルタ処理して得られた画像に対して全行分の各ストライプ幅を求め、得られた各ストライプ幅の標準偏差と平均値を算出し、その平均値を1として基準化したときのバラツキ(標準偏差)の値である第3特徴量を求めるストライプ幅解析手段と、前記FFT解析手段によって得られた前記第1特徴量及び前記第2特徴量並びに前記ストライプ幅解析手段によって得られた前記第3特徴量に基づいて、所定の評価式により、被検査面の表面欠陥の評価値を算出する算出手段とを有することを特徴とする。

【0013】(6)前記被検査面は、樹脂成形品の表面であり、前記表面欠陥は、波打ち欠陥である。

【0014】

【発明の効果】本発明によれば、被検査面(例えば、樹脂成形品の表面)上に投影されたストライプパターンの画像を解析して特徴量を抽出し、抽出された特徴量に基づいて被検査面の表面欠陥(例えば、波打ち欠陥)の評価値を算出するので、人間の官能評価によることなく、短時間で、被検査面の表面欠陥を定量的に評価することができる(表面欠陥の評価の定量化)。

【0015】その際、特徴量として、ストライプパターンの画像を二値化処理して得られる二値画像を全行分横方向に高速フーリエ変換して得られるパワースペクトルのピーク値(第1特徴量)、該ピーク値を1として基準化したときの前記高速フーリエ変換の結果のオーバーオ

ール値（第2特徴量）及び前記二値画像の全行分のストライプ幅の平均値を1として基準化したときのバラツキ（標準偏差）の値（第3特徴量）を考慮する場合には、人間（検査員）による評価との一致度（重相関係数）が高い評価結果を得ることができ、人間による官能評価に取って代わることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面を使って、本発明の実施の形態を説明する。なお、ここでは、被測定面として、樹脂成形品のうち、特に自動車のバンパーの表面を例にとり、そのバンパー面の波打ち欠陥の定量評価を行う場合について説明する。

【0017】図1は、本発明の一実施の形態に係る表面欠陥定量評価装置のシステム構成図である。

【0018】この装置は、大別して、センサヘッド100と、電源ボックス200と、パソコン300とから構成されている。

【0019】センサヘッド100は、検査員による持運びが可能な小型軽量の可搬型センサヘッドであって、バンパー面（被検査面）と光軸とのなす角が所定の小さい角度となるようにバンパー面上に所定のストライプパターンを投影し、そのストライプパターンを正反射方向から撮像する機能を有している。

【0020】図2は、このセンサヘッド100の構成図である。

【0021】このセンサヘッド100は、ケーシング101内に、光軸103を基準として配列した光学系として、順に、外部に配置された光源（図示せず）から光ファイバー105を介して伝搬された光を発射するライトガイド107と、ライトガイド107から発射、拡散された光を面状のストライプパターン（例えば、縦方向の黒色のストライプを横方向に等間隔で施して白色と黒色の各ストライプに同じ幅を持たせたもの）の光（ストライプ光）に変換するストライプパターン形成器109と、ストライプパターン形成器109からのストライプ光を次のルーベ111の方向に反射させる反射鏡（例えば、アルミ表面鏡）111と、ストライプパターンが光学的に実際よりも遠くに存在するようにするためのルーベ113と、ルーベ113を通過したストライプ光をバンパー面1の方向に反射させる反射鏡（例えば、アルミ表面鏡）115と、バンパー面1からの正反射光を次のCCDカメラの方向に反射させる反射鏡（例えば、アルミ表面鏡）117と、バンパー面1上に投影されたストライプパターンを正反射方向から撮像するCCDカメラ119とを有している。

【0022】ここでは、CCDカメラ119は、センサヘッド100の小型軽量化を図るため、CCD素子のみで構成されており、CCDカメラの本体は電源ボックス200に配置されている。また、CCDカメラ119は、光学的に遠くにあるストライプパターンを撮像でき

るよう、遠方にビントが合わされている。

【0023】また、センサヘッド100の底面には、このセンサヘッド100をバンパー面1に対して所定の位置（と姿勢）にセットするための複数の脚部121が設けられている。すなわち、検査員がセンサヘッド100を手に持って脚部121をバンパー面1に当接させることで、センサヘッド100はバンパー面1に対して所定の位置（と姿勢）にセットされる。

【0024】センサヘッド100の上記光学系は、センサヘッド100がセットされた状態においてバンパー面1と光軸103とのなす角が、波打ち欠陥の測定を可能とする範囲内で最適な所定の小さい角度（例えば、 10° ）となるように構成されている。すなわち、ここでは、バンパー面1に対して 10° の傾き角度でストライプパターンが投影されるようになっている。

【0025】電源ボックス200には、図示しないが、電源のほか、光源の本体やCCDカメラ119の本体などが収納されており、センサヘッド100とは、光ファイバー105やビデオケーブル123を介して接続されている。したがって、センサヘッド100内のライトガイド107から発射される光は、電源ボックス200内の光源から光ファイバー105を介してライトガイド107に伝搬され、また、CCDカメラ（CCD素子）119で撮像されたストライプパターンのアナログ画像信号は、ビデオケーブル123を介して電源ボックス200内のCCDカメラ本体に送られる。

【0026】パソコン300は、電源ボックス200の動作を制御するほか、センサヘッド100内のCCDカメラ119で撮像したバンパー面1上のストライプパターンの画像データを取り込み、ストライプ画像（ストライプパターンの画像）の解析を行うことで、後述する三つの特徴量を抽出し、得られた三つの特徴量に基づいてバンパー面1の波打ちランクを判定し、表示するとともに、取り込んだ画像や中間処理された画像（例えば、二値画像、フィルタ処理後の画像）を保存する機能を有している。

【0027】図3は、このパソコン300の内部構成を示すブロック図である。

【0028】このパソコン300は、機能的に見て、検査員による指示などを入力するための操作部（例えば、キーボードやマウスなど）301と、画像データや判定結果などを画面に表示する表示部（例えば、ディスプレイ）303と、本装置全体を総合的に制御する制御部（例えば、CPU）305と、取り込んだ画像データや中間処理された画像データ（例えば、二値画像、フィルタ処理後の画像）を一時保存する画像記憶用メモリ307と、プログラムなどを記憶するROM309と、設定された各種パラメータなどを記憶するRAM311と、電源ボックス200内のCCDカメラ本体と通信可能なビデオインタフェース313と、電源ボックス200内

の電源や光源本体などと通信可能なインタフェース315と、取り込んだストライプパターンの画像データ（原画像）を二値化処理したりフィルタ処理する画像処理部317と、二値化処理された二値画像を全行分横方向に高速フーリエ変換（FFT）して所定の二つの特徴量を抽出するFFT解析部319と、二値化処理された二値画像をフィルタ処理して得られた画像に対して全行分の各ストライプ幅を求めて所定の一つの特徴量を抽出するストライプ幅解析部321と、各解析部319、321で得られたストライプ画像の三つの特徴量に基づいてバンパー面1の波打ちランク（表面欠陥の評価値）を判定する波打ちランク判定部323とを有している。

【0029】以下、図4～図6を参照して、FFT解析部319、ストライプ幅解析部321及び波打ちランク判定部323における各処理について、より詳細に説明する。ここでは、解析の対象となるストライプ画像（原画像）を二値化処理して得られる二値画像のサイズが、例えば、図4に示すように、縦方向に400行（画素）、横方向に512（ $=2^9$ ）画素である場合を例にとって説明する。

【0030】まず、FFT解析部319における処理を説明する。

【0031】FFT解析部319では、取得した二値画像に対して、各行ごとに順次横方向にFFT処理を行って、各行ごとのパワースペクトルを求め、最終的に、各行ごとのパワースペクトルを加算して画像全体のパワースペクトルを求める。FFT処理は、周知の適当なFFTアルゴリズム（例えば、時間間引きFFTアルゴリズムなど）を使って実行される。時間間引きFFTアルゴリズムを使用する場合には、計算すべき系列の長さ（データ数） N （ $=512=2^9$ ）を偶数と奇数によって二つに分けるため、長さが $N/2$ （ $=256=2^8$ ）の二つの系列のDFT（離散フーリエ変換）計算問題に帰着し、必要な計算量が低減される。

【0032】このようなFFT処理によって得られる画像全体のパワースペクトルの例は、図5（A）と図6（A）に示すとおりである。図5（A）は、図5（B）に示すような波打ち欠陥がないストライプ画像（図10（A）も参照）に対するFFT処理結果であり、図6（A）は、図6（B）に示すような波打ち欠陥があるストライプ画像（図10（B）も参照）に対するFFT処理結果である。

【0033】そして、上記のFFT処理結果（パワースペクトル）をもとに、ストライプ画像の特徴量として、次の二つの特徴量を抽出する。第1の特徴量は、上記のFFT処理によって得られた画像全体のパワースペクトルのピーク値（最大値）であり（特徴量A）、第2の特徴量は、そのピーク値を1として基準化したときのFFT結果のオーバーオール値（総和）である（特徴量B）。例えば、第1特徴量である前記ピーク値（特徴量

A）は、図5（A）のパワースペクトルにおいては、約13500であり、図6（A）のパワースペクトルにおいては、約6500である。また、第2特徴量である前記オーバーオール値（特徴量B）は、図6（A）のパワースペクトルを例にとると、ピーク値（仮に6500とする）を1にして基準化したとき、すなわち、ピーク値（6500）を1にし、かつ、他のすべてのP値を $1/6500$ 倍して換算したときに、基準化（換算）後のすべてのP値（1とされたピーク値を含む）の総和となる。

【0034】次に、ストライプ幅解析部321における処理を説明する。

【0035】ストライプ幅解析部321では、取得した二値画像をフィルタ処理して得られた画像に対して、各行ごとに順次横方向の白黒の各ストライプ幅（図4の例では、 $L_1 \sim L_{10}$ ）の長さ（画素数）を求め、全行分の各ストライプ幅が求まると、得られたすべて（ n 個）のストライプ幅（ x_1, x_2, \dots, x_n ）のバラツキを解析して標準偏差 σ と平均値 x を算出し、その標準偏差 σ を平均値 x で割った値 σ/x を第3特徴量として求める（特徴量C）。すなわち、第3特徴量である標準偏差 σ と平均値 x の比の値 σ/x （特徴量C）は、平均値 x を1として基準化したときのバラツキ（標準偏差）を示している。

【0036】次に、波打ちランク判定部323における処理を説明する。

【0037】波打ちランク判定部323では、FFT解析部319によって得られた特徴量A及び特徴量B並びにストライプ幅解析部321によって得られた特徴量Cに基づいて、下記の評価式により、

$$\text{波打ちランク（評価予測値）} = a \times \text{特徴量A} + b \times \text{特徴量B} + c \times \text{特徴量C} + d$$

ここで、 a, b, c, d は定数

バンパー面1の波打ち欠陥の評価値（波打ちランク）を算出する。波打ちランクは、図9に示すように、0～5の範囲の数値である。ただし、特徴量 $B > 20$ 又は特徴量 $C > 0.5$ の場合には、上記評価式による値にかかわらず、波打ちランクは5とする。なお、従来の検査員による評価値（波打ちランク）は、1又は2がOK品、4又は5がNG品、3は人間による判断品とされている。

【0038】図7は、以上のように構成された本装置の動作を示すフローチャートである。

【0039】センサヘッド100がバンパー面1にセットされ、電源スイッチがオンされて本装置が立ち上がると、パソコン300は、まず、ステップS1で、センサヘッド100内のCCDカメラ119で現在撮像しているバンパー面1上のストライプパターンの画像（ストライプ画像）を取り込み、リアルタイムで表示部（ディスプレイ）303に表示する。

【0040】そして、ステップS2で、再処理モードに

設定されているかどうか判断する。再処理モードに設定されている場合には (S2: YES)、画像記憶用メモリ307の所定領域に保存されている画像(二値画像、フィルタ処理後の画像など)を呼び出して (S3)、ステップS6に進み、再処理モードに設定されていない場合には (S2: NO)、ステップS4に進む。なお、ここで、再処理モードとは、保存した画像の再検証などで使用されるモードであり、このモードを選択することにより、二値画像やフィルタ処理後の画像の確認を行うことができる。

【0041】ステップS4では、測定開始スイッチがオンされているかどうか、すなわち、測定を開始するかどうか判断する。測定を開始しない場合には (S4: NO)、ステップS1に戻り、測定を開始する場合には (S4: YES)、センサヘッド100内のCCDカメラ119で撮像したバンパー面1上のストライプ画像を取り込んで (S5)、ステップS6に進む。

【0042】そして、ステップS6では、画像の解析を行って三つの特徴量A、B、Cの抽出を行う。

【0043】図8は、その画像解析処理(特徴量抽出処理)の内容を示すフローチャートである。

【0044】まず、ステップS21では、取り込んだ (S5) 又は呼び出した (S3) 画像(原画像)を、画像記憶用メモリ307の所定領域に一時保存する。そして、ステップS22では、画像処理部317で、その原画像を二値化処理して二値画像を取得する。

【0045】その後におけるステップS23～ステップS27の処理とステップS28～ステップS31の処理は、並列処理であり、これら二つの並行した処理は同期させられてそれぞれ実行される。

【0046】すなわち、一方では、FFT解析部319で、まず、ステップS22で得られた二値画像に対して、FFT処理を可能とするために横方向のデータ数(画素数)が2のべき乗の有限個となるように画像の切出しを行い (S23)、切り出された画像に対して、そのデータの両端を滑らかにするため、例えば、ハニングウィンドウ処理を行う (S24)。そして、ウィンドウ処理後の画像に対して、前述した方法でFFT処理を行って、画像全体のパワースペクトルを求める (S25)。そして、得られたパワースペクトルをもとに、前述した方法で、パワースペクトルのピーク値(特徴量A)を求めた後 (S26)、そのピーク値を1として基準化したときのFFT結果のオーバーオール値(特徴量B)を求める (S27) (以上、図4～図6参照)。

【0047】また、他方では、ストライプ幅解析部321で、まず、ステップS22で得られた二値画像に対して、ノイズを除去するために、フィルタ処理を行う (S28)。そして、フィルタ処理後の画像に対して、前述した方法で、全行分の各ストライプ幅を求める (S29)。そして、得られたすべて (n個) のストライプ幅

のバラツキを解析して標準偏差 σ と平均値 x を算出した後 (S30)、その標準偏差 σ を平均値 x で割った値 σ/x (特徴量C)、すなわち、基準化したバラツキ(標準偏差)を求める (S31) (以上、図4参照)。

【0048】そして、ステップS27の処理とステップS31の処理の終了を待って、ステップS7に進む。

【0049】そして、ステップS7では、波打ちランク判定部323で、ステップS6においてFFT解析部319で得られた特徴量A及び特徴量B並びにストライプ幅解析部321で得られた特徴量Cに基づいて、前述した評価式により、バンパー面1の波打ちランクを判定する。波打ちランクは、前述のように、1～5の範囲の数値であり、特徴量 $B > 20$ 又は特徴量 $C > 0.5$ の場合には、評価式による値にかかわらず、波打ちランクを5とする。

【0050】そして、ステップS8では、ステップS7における判定結果(波打ちランク)を表示部(ディスプレイ)303に表示する。

【0051】そして、ステップS9では、リセットスイッチがオンされているかどうか、すなわち、リセットするかどうか判断する。リセットする場合には (S9: YES)、ステップS1に戻り、リセットしない場合には (S9: NO)、ステップS10に進む。

【0052】そして、ステップS10では、検査員の指示により当該画像を保存するかどうか判断する。画像を保存する場合には (S10: YES)、当該画像を画像記憶用メモリ307の所定領域に保存して (S11)、ステップS8に戻り、画像を保存しない場合には (S10: NO)、直ちにステップS8に戻る。すなわち、リセットされるまで、当該画像に対する判定結果(波打ちランク)の表示が継続してなされる。

【0053】図9は、本装置による評価値と検査員による評価値を対比する形でプロットした図である。なお、ここでは、人間の評価を推定する装置としての本装置の精度の検証を行うために、20個の被検査面(バンパー面1)のおのおのに対して、検査員による評価値を横軸に、本装置による評価値を縦軸にしてプロットしてある。

【0054】図9に示すように、同一のバンパー面1に対する本装置による評価値(波打ちランク)と検査員による評価値(波打ちランク)とは非常に良く一致している。すなわち、この場合、両者の一致の度合を表す重相関係数Rを計算してみると、 $R = 0.954$ となり、一致度がかなり高いことを示している。また、自由度調整済み寄与率、自由度調整済み重相関係数を計算してみると、それぞれ、0.871、0.93となり、やはり高い一致度を示している。

【0055】したがって、本実施の形態によれば、センサヘッド100でバンパー面1上のストライプ画像をローアングルで撮像してパソコン300に取り込み、取り

込んだストライプ画像（原画像）を二値化処理して二値画像を取得した後、その二値画像を全行分横方向にFFT処理して二つの特徴量（パワースペクトルのピーク値、ピーク値を1として基準化したときのFFT結果のオーバーオール値）を抽出するとともに、その二値画像をフィルタ処理して得られる画像に対して全行分の各ストライプ幅を求めてもう一つの特徴量（標準偏差と平均値の比）を抽出し、得られた三つの特徴量に基づいてバンパー面1の波打ちランク（表面欠陥の評価値）を判定するようにしたので、検査員による評価との一致の度合として高い値（0.954）の重相関係数を得ることができ、本手法によって人間による官能評価に取って代わることができる。

【0056】また、パソコン300による処理であるため、測定を開始してから波打ちランクを判定するまでの時間が1～2秒で済み、人間の官能評価によることなく、極めて短時間に、バンパー面1の波打ち欠陥を定量的に評価することができ、非常に便利である。

【0057】なお、本実施の形態では、バンパー面1を例にとって説明したが、これに限定されるわけではなく、本発明の方法と装置は、樹脂成形品一般について適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態に係る表面欠陥定量評価装置のシステム構成図である。

【図2】 図1に示すセンサヘッドの構成図である。

【図3】 図1に示すパソコンの内部構成を示すブロッ

ク図である。

【図4】 与えられた画像に対するFFT解析及びストライプ幅解析の説明に供する図である。

【図5】 波打ち欠陥無し画像とこれに対するFFT解析によって得られるパワースペクトルの一例を示す図である。

【図6】 波打ち欠陥有り画像とこれに対するFFT解析によって得られるパワースペクトルの一例を示す図である。

【図7】 図1に示す装置の動作を示すフローチャートである。

【図8】 図7の画像解析処理の内容を示すフローチャートである。

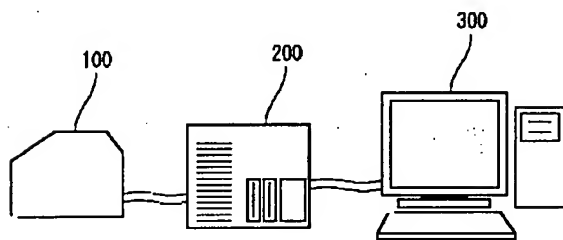
【図9】 図1に示す装置による評価値と検査員による評価値を対比する形でプロットした図である。

【図10】 波打ち欠陥無し画像と波打ち欠陥有り画像の一例を示す図である。

【符号の説明】

1…バンパー面（被検査面）、100…センサヘッド、107…ライトガイド（照明手段）、109…ストライプパターン形成器（照明手段）、111、115、117…アルミ表面鏡、113…ルーベ、119…CCDカメラ（撮像手段）、200…電源ボックス、300…パソコン、317…画像処理部（二値化処理手段）、319…FFT解析部（FFT解析手段）、321…ストライプ幅解析部（ストライプ幅解析手段）、323…波打ちランク判定部（算出手段）。

【図1】



【図10】

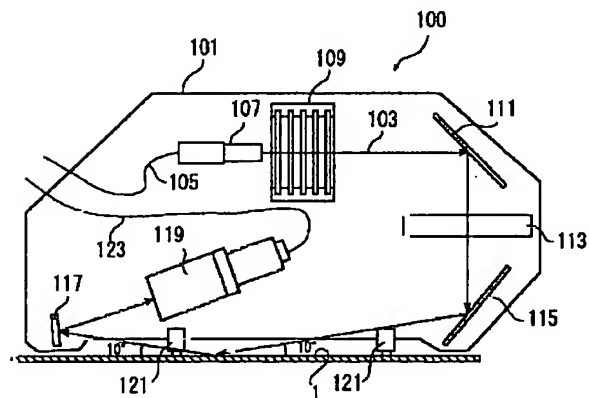
(A)



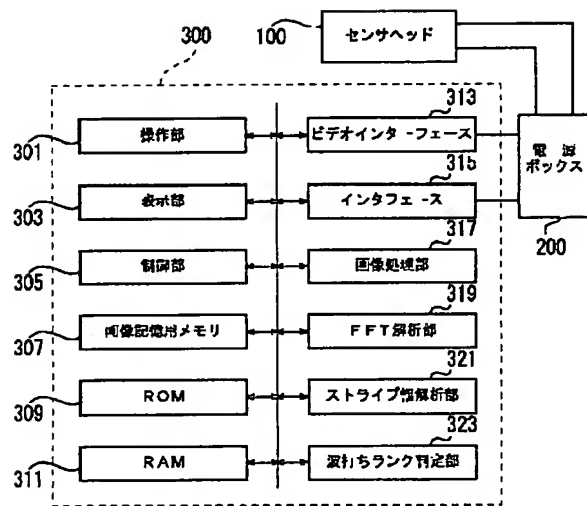
(B)



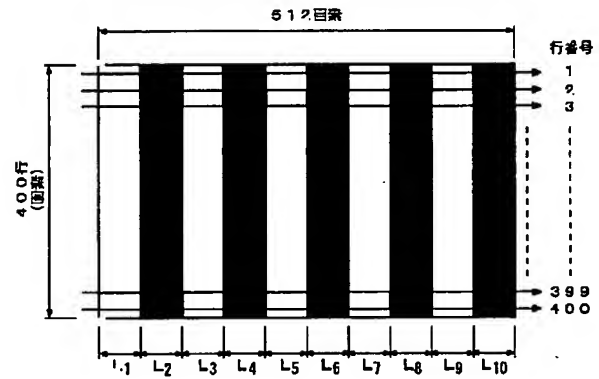
【図2】



【図3】

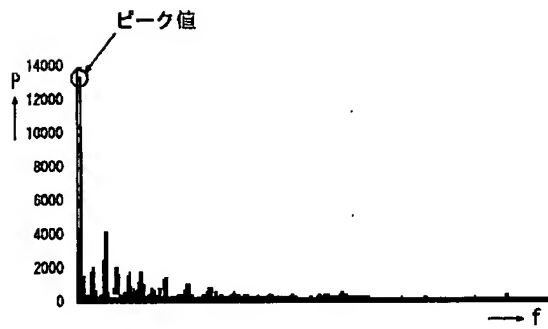


【図4】

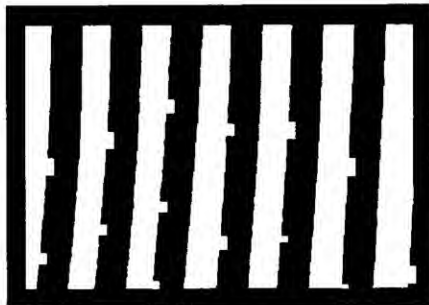


【図5】

(A)

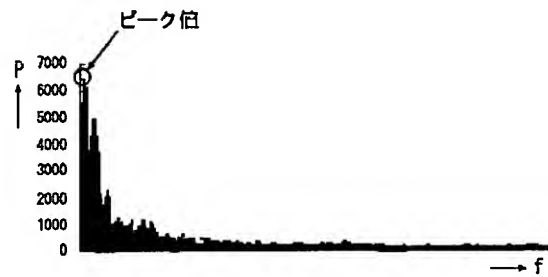


(B)



【図6】

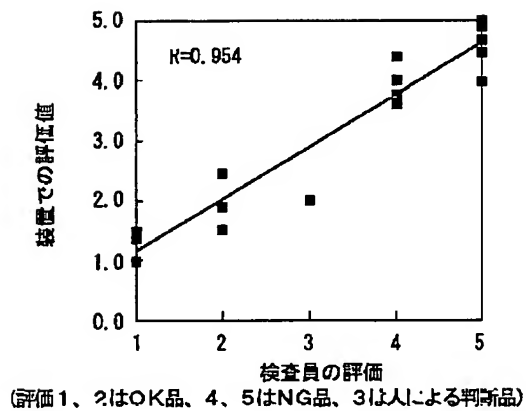
(A)



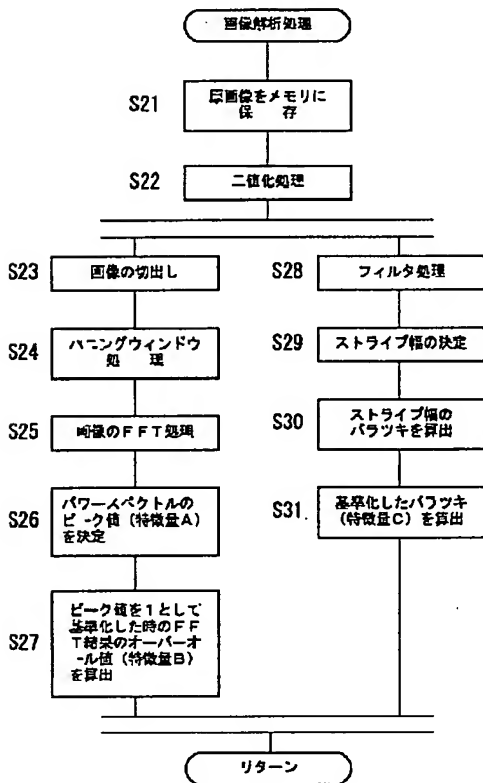
(B)



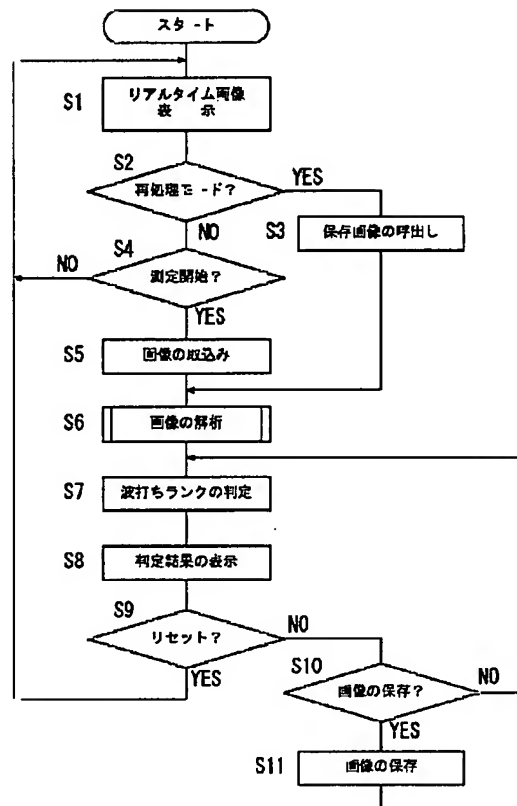
【図7】



【図9】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA46 AA61 BB13 CC11 DD03
 FF04 HH05 JJ03 JJ16 JJ26
 LL12 LL28 QQ04 QQ23 QQ24
 QQ26 QQ27 QQ31 TT03